

تخمین IQ از روی سیگنال‌های مغزی

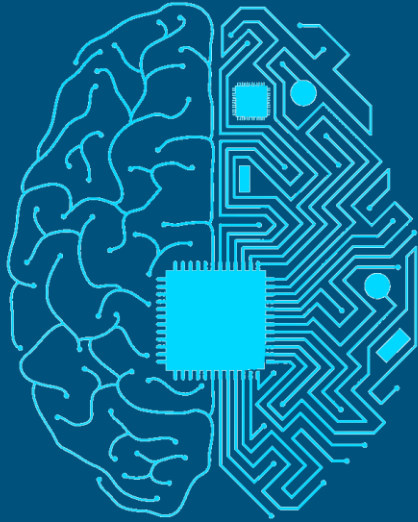
ارسلان فیروزی

ارائه پروژه ۱

استاد پروژه: جناب دکتر شمس‌اللهی

فهرست مطالب

- مقدمه
- تعریف و تبیین IQ
- نحوه کمی سازی IQ
- آزمون های مختلف سنجش
- مروری بر کارهای انجام شده



مقدمه

$$\text{Intelligence Quotient} = \frac{\text{Mental Age}}{\text{Chronical Age}}$$

نحوه ارزیابی ضریب هوشی

The logo for the Wechsler Intelligence Scale for Children - Fourth Edition (WISC-IV). It features the letters 'WISC-IV' in a stylized, blocky font. The 'W' and 'IV' are dark blue, while the 'ISC' is a lighter blue. The letters are outlined in white. To the right of the 'IV' is a small icon of a person's head and shoulders, also in blue and white.

- ادراک کلامی: طراحی مکعب‌ها
- شباهت‌ها (کلامی)
- فراخنای ارقام (میزان حفظ ارقام در ذهن)
- مفاهیم تصویری (بیشترین شباهت تصویری، دسته بندی)
- رمز نویسی (سنجش سرعت عمل)
- واژگان (چتر چیه؟ قرن یعنی چی؟ سنجش درک فرد)
- توالی عدد و حروف (شفاهی)
- استدلال تصویری (پر کردن جای خالی با استفاده از منطق)

نحوه ارزیابی ضریب هوشی

تبدیل نمرات خام به نمرات معیار

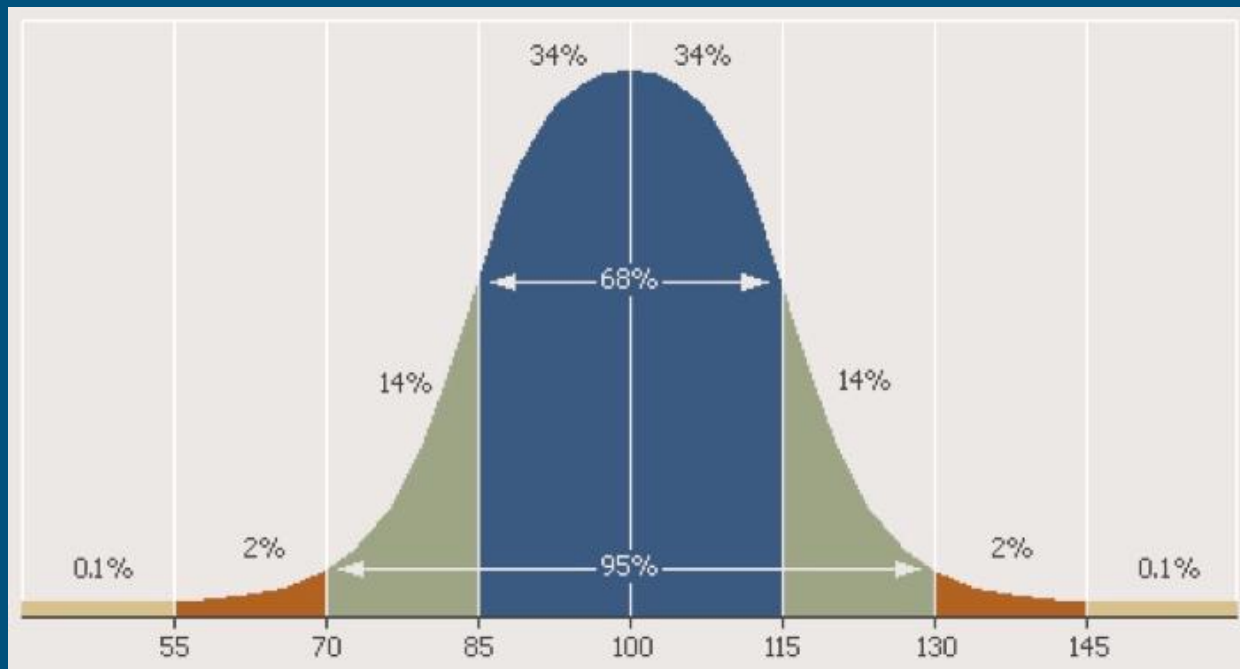
نمره خام	خرده آزمونها	نمره های معیار
	طراحی یا مکعب ها	
	شباهت ها	
	فرا خنای ارقام	
	مفاهیم تصویری	
	رمز نویسی	
	واژگان	
	توالی حرف و عدد	
	استدلال تصویری	
	درک مطلب	
	نماد یابی	
()	تکمیل تصاویر	()
()	خط زنی	()
()	اطلاعات عمومی	()
()	حساب	()
()	استدلال کلامی	()

جمع نمرات معیار

درک مطلب استدلال حافظه سرعت مقیاس
کلامی ادراکی فعال پردازش کل

- درک مطلب (شفاهی، چرا مردم باید سبزی بخورند؟)
- نماد یابی (پیدا کردن شکل در دسته‌ای بزرگ‌تر)
- تکمیل تصاویر (جزئی از یک تصویر کشیده نشده است. در حالت سخت یک گاوی یکی از سم‌ها درست کشیده نشده است.)
- خط زنی (خط کشیدن روی حیوانات در ۴۵ ثانیه، تقسیم بندی ناحیه به ۴ ربع و سنجش میزان توجه فرد)
- اطلاعات عموم (چند تا گوش داری؟ لایه اوزون یعنی چی؟)
- حساب (ریاضی)
- استدلال کلامی (جواب سوالاتی مانند چیستان)

نحوه کمی سازی



دسته بندی	مقیاس کل
کم توان ذهنی عقب مانده ذهنی	۷۰-۰
مرزی	۸۵-۷۰
عادی	۱۱۵-۸۵
باهوش	۱۳۰-۱۱۵
نابغه	۱۳۰ به بالا

- WISC-V
- Raven's Progressive Test
- Culture Fair Test
- Reynolds
- ...

آزمون‌های مختلف
سنجش ضریب هوشی

مروری بر کارهای انجام
شده



Cross-relational Study between Intelligence and Brain Asymmetry Abilities using EEG-Based IQ Classification Model

داده برداری:

$$AS_j = \ln(ESD_{j,Fp2}) - \ln(ESD_{j,Fp1})$$

طبقه‌بندی: شبکه عصبی (آلفا، بتا و تتا)

● ۵۱ فرد جوان (۲۳ زن و میانگین ۲۱.۷)

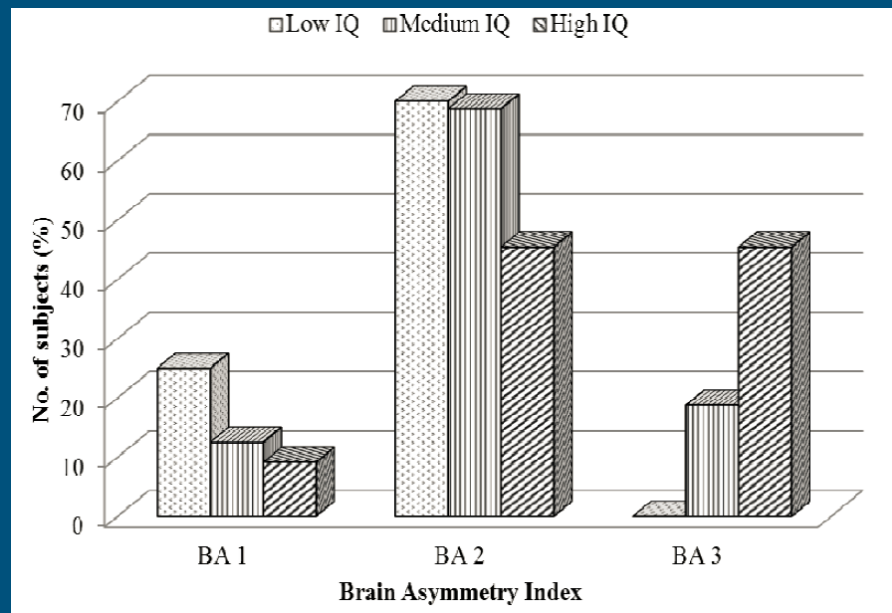
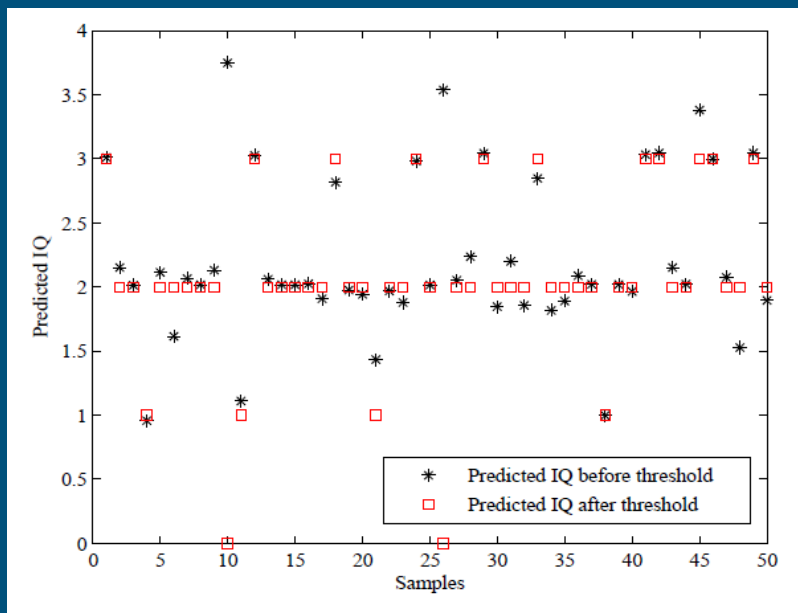
● Resting-state

● Raven IQ Test

دسته‌بندی افراد بر اساس IQ به سه دسته High،

Low و Medium

Cross-relational Study between Intelligence and Brain Asymmetry Abilities using EEG-Based IQ Classification Model



Characteristics of EEG signals during tough and easy linguistic problem solving

داده برداری:

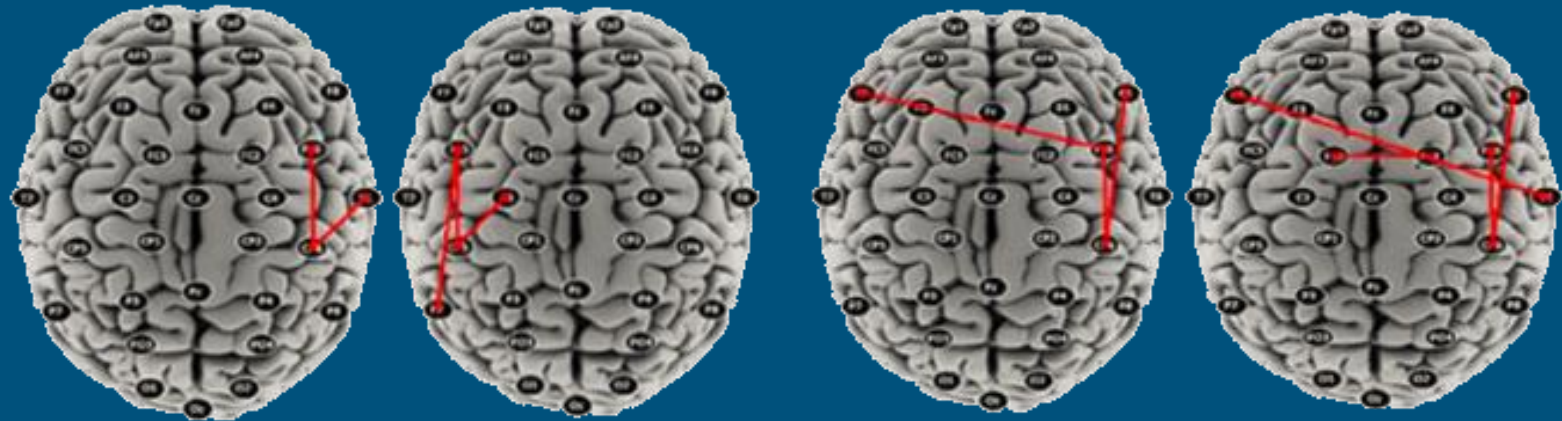
$$C_{ij}(f) = \frac{S_{ij}(f)}{\sqrt{S_{ii}(f) * S_{jj}(f)}}$$

باندهای تتا (۸-۴ هرتز) و بالای آلفا (۱۳-۱۰ هرتز)

- ۲۴ دانش آموز
- آزمون زبان، ۲ مرحله سختی
- آزمون شامل ۲۱۸ سوال سنجش هوش
- ۱۰ ثانیه Rest + آزمون

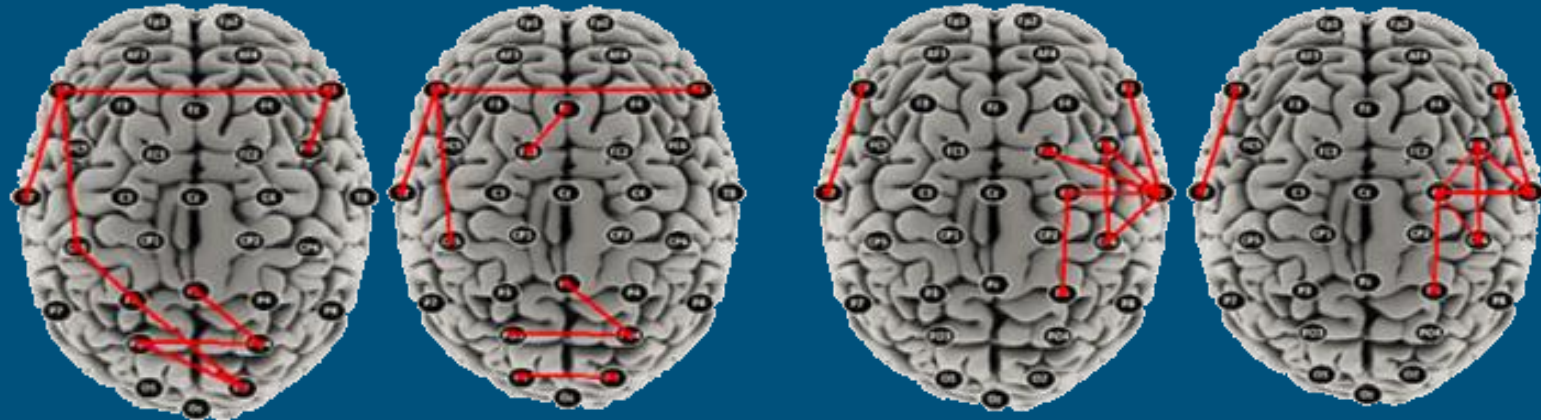
Characteristics of EEG signals during tough and easy linguistic problem solving

آزمون آسان زبان (افراد باهوش در سمت چپ)



Characteristics of EEG signals during tough and easy linguistic problem solving

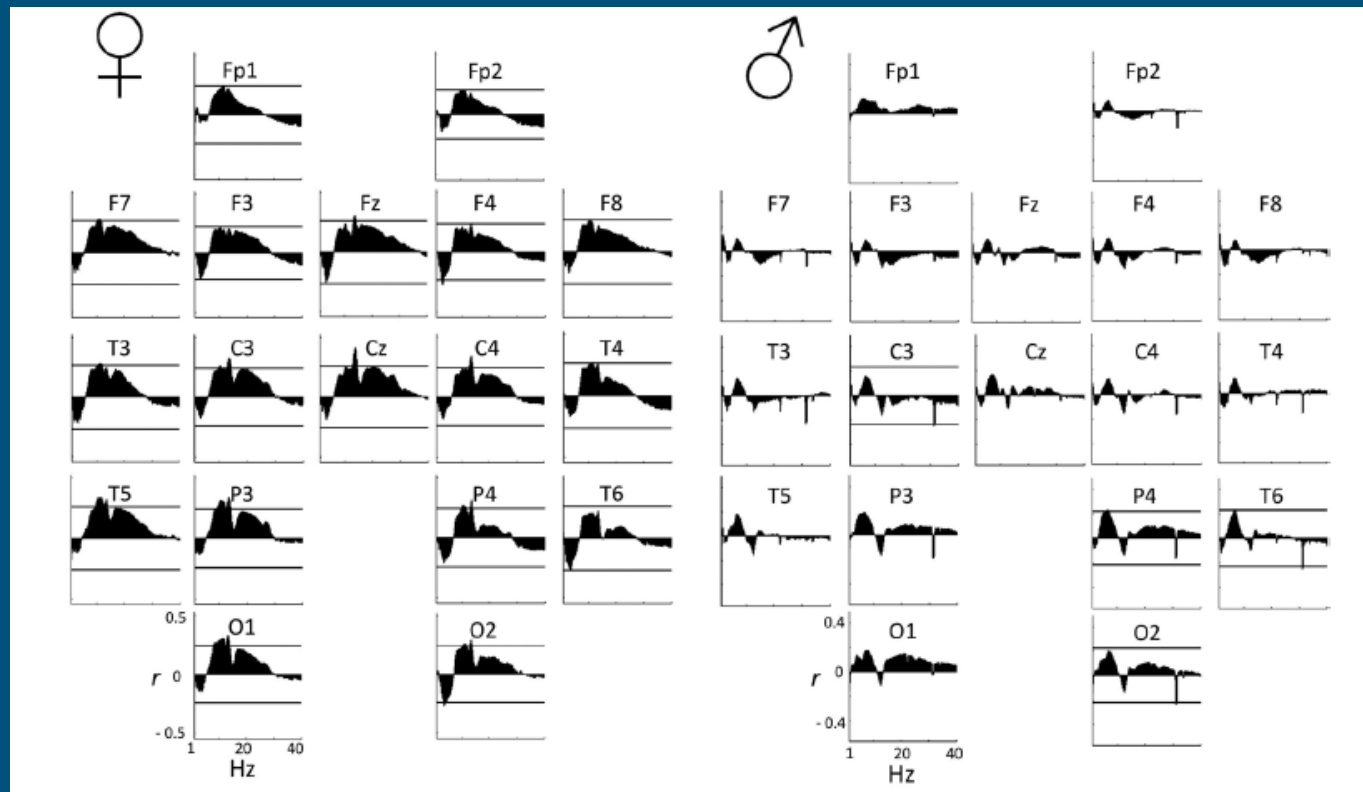
آزمون سخت زبان (افراد باهوش در سمت چپ)



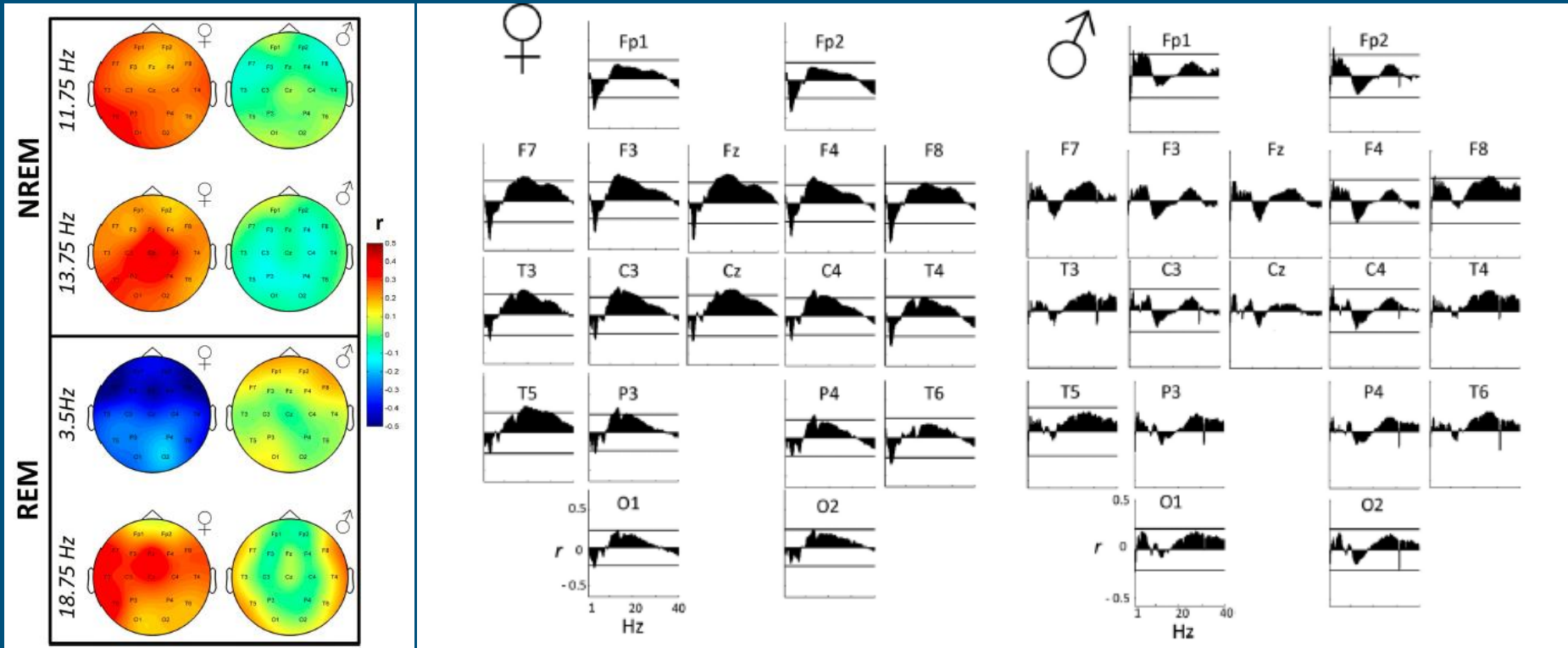
The Sleep EEG Spectrum is a Sexually Dimorphic Marker of General Intelligence

- Absolute Power
 - Pearson Partial Correlation Coefficient
 - Age-corrected
 - REM: Delta. Theta (Neg), Beta (Pos)
 - NREM: Alpha, Sigma (12-15 Hz)
- داده برداری:
۱۵۱ فرد (۶۸ زن، میانگین ۲۹.۳)
 - Raven & Culture Fair Test
 - داده برداری در خواب REM, NREM
 - در دو شب متوالی

The Sleep EEG Spectrum is a Sexually Dimorphic Marker of General Intelligence



The Sleep EEG Spectrum is a Sexually Dimorphic Marker of General Intelligence



EEG Coherence and Intelligence in Elementary School Children

داده برداری:

- Absolute, Relative Power
- Intra-Inter Hemispheric Coherence
- In Delta, Theta, Alpha, Beta
- ANOVA

● ۱۲ فرد (۶ زن، میانگین ۹ سال و ۵ ماه)

● WISC (2 Groups)

- AP, FSIQ: Beta, Right Occipital
- AP, VCI: Beta, Right Frontal
- FSIQ, Coherence: Left Intra-hemispheric Theta, Left Inter-hemispheric Theta

● Resting Eyes-Closed State

Intelligence and EEG Measures of Information Flow: Efficiency and Homeostatic Neuroplasticity

داده برداری:

- PSI: $\psi_{ij} = \Im(\sum_{f \in F} C_{ij}^*(f) C_{ij}(f + \delta f))$

$$C_{ij}(f) = \frac{S_{ij}(f)}{\sqrt{S_{ii}(f) * S_{jj}(f)}}$$

$$S_{ii}(f) = \langle X(f) X(f)^T \rangle$$

$$S_{jj}(f) = \langle Y(f) Y(f)^T \rangle$$

$$S_{ij}(f) = \langle Y(f) X(f)^T \rangle$$

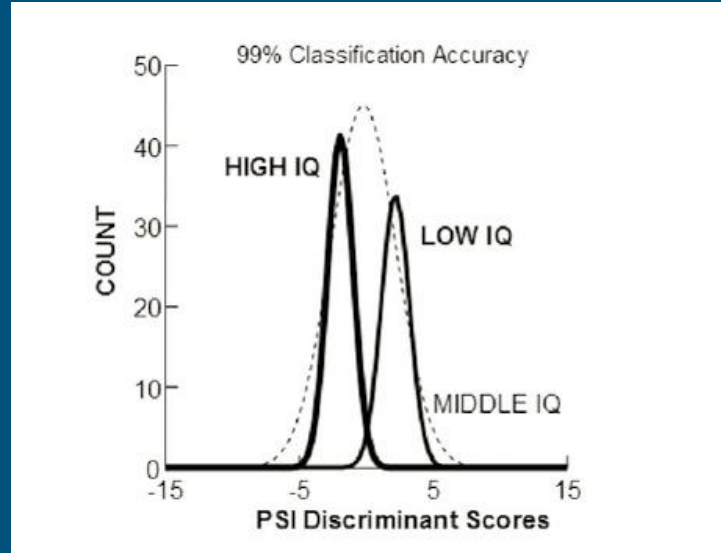
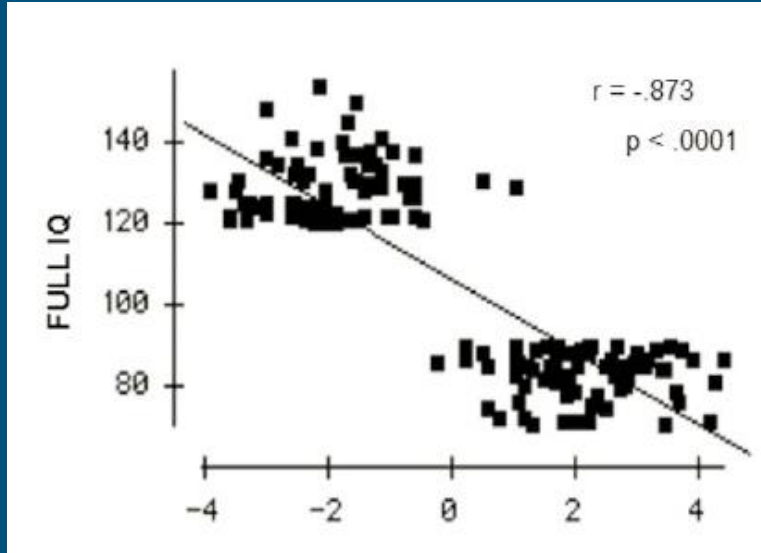
- ۳۷۱ فرد (میانگین ۱۰ سال)

- WISC (سه دسته)

- Resting Eyes-Closed State

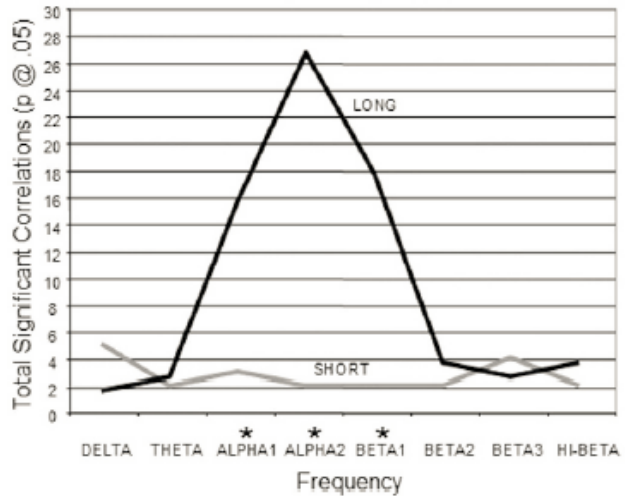
Intelligence and EEG Measures of Information Flow: Efficiency and Homeostatic Neuroplasticity

● ۱۹ کانال، ۸ باند فرکانسی



Intelligence and EEG Measures of Information Flow: Efficiency and Homeostatic Neuroplasticity

● طبقه بند:



IQ GROUP	N	IQ ≤ 90	IQ ≥ 120
Classification Accuracy = 99%			
Full IQ ≤ 90	n = 71	71 (100%)	0 (0%)
Full IQ ≥ 120	n = 79	2 (3%)	77 (97%)
90 < Full IQ < 120	n = 221	100 (45%)	121 (55%)
Jackknifed Classification Accuracy = 94%			
IQ GROUP	N	IQ ≤ 90	IQ ≥ 120
Full IQ ≤ 90	n = 71	66 (93%)	5 (7%)
Full IQ ≥ 120	n = 79	4 (3%)	75 (95%)

EEG and Intelligence: Relations between EEG Coherence, EEG Phase Delay and Power

- EEG Amplitude
- Relative Power
- Relative Power Ratios
- EEG Amplitude Asymmetry

$$\frac{Left - Right}{Left + Right}$$

- EEG Coherence
- Phase Delay

$$\arctan\left(\frac{q_{xy}}{r_{xy}}\right)$$

داده برداری:

● ۴۴۲ فرد (۲۶۰ مرد، ۵-۵۲.۷، ۳۹۸ نفر در ۵-۱۵)

● WISC (سه دسته)

● Resting Eyes-Closed State (۲ تا ۵ دقیقه)

● 19 کانال

EEG and Intelligence: Relations between EEG Coherence, EEG Phase Delay and Power

Table 3

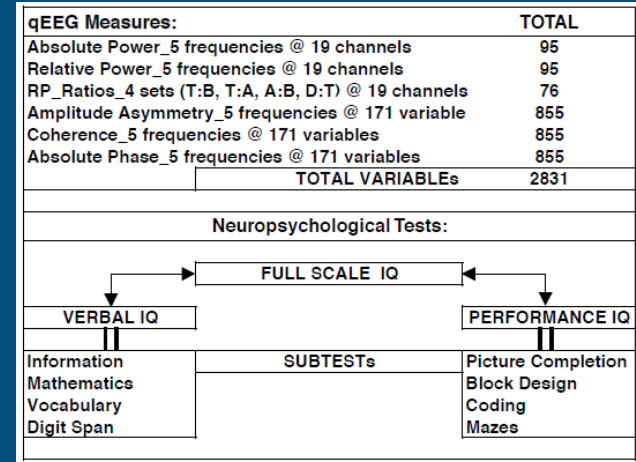
Data reduction by t-tests and factor analysis

IQ scores ≥ 120 vs. IQ scores ≤ 90	Total no. of T-test VARs		
	Full IQ	Verbal IQ	Performance IQ
Absolute power	23	19	51
Relative power	5	5	4
RP-ratios	3	1	4
Amplitude asymmetry	187	229	109
Coherence	170	181	222
Absolute phase	111	96	175
Factor analyses results	Total no. of final selected VARs		
	Full IQ	Verbal IQ	Performance IQ
Absolute power	4	4	6
Relative power	5	5	4
RP-ratios	3	1	4
Amplitude asymmetry	16	18	16
Coherence	15	24	14
Absolute phase	20	27	41
Total variables	63	79	85

Data reduction process: T-tests and factor analyses. T-Tests: significance at $P < .05$.

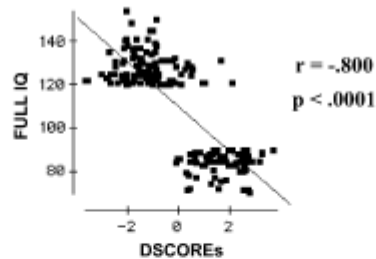
• آنالیز Verbal، Performance، FSIQ

• ۲۸۳۱ معیار، تست آماری (t-test) و Varimax Factor Analysis

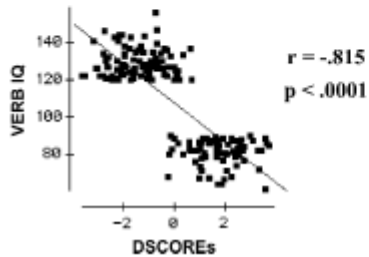


EEG and Intelligence: Relations between EEG Coherence, EEG Phase Delay and Power

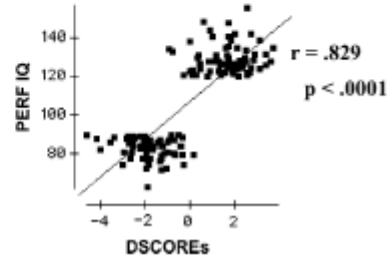
FULL IQ Discriminant Scores with FULL IQ



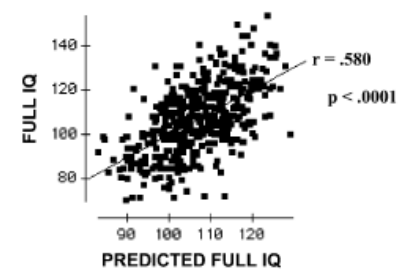
VERB IQ Discriminant Scores with VERB IQ



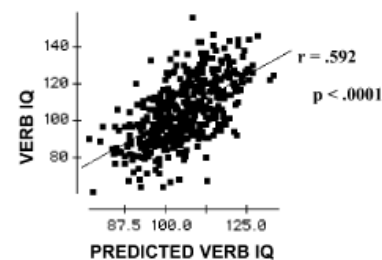
PERF IQ Discriminant Scores with PERF IQ



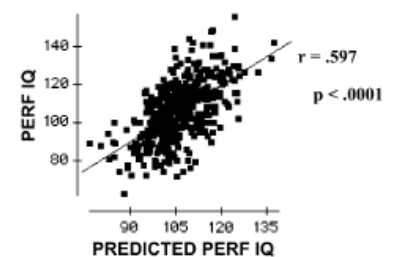
Predicted FULL IQ with FULL IQ Scores



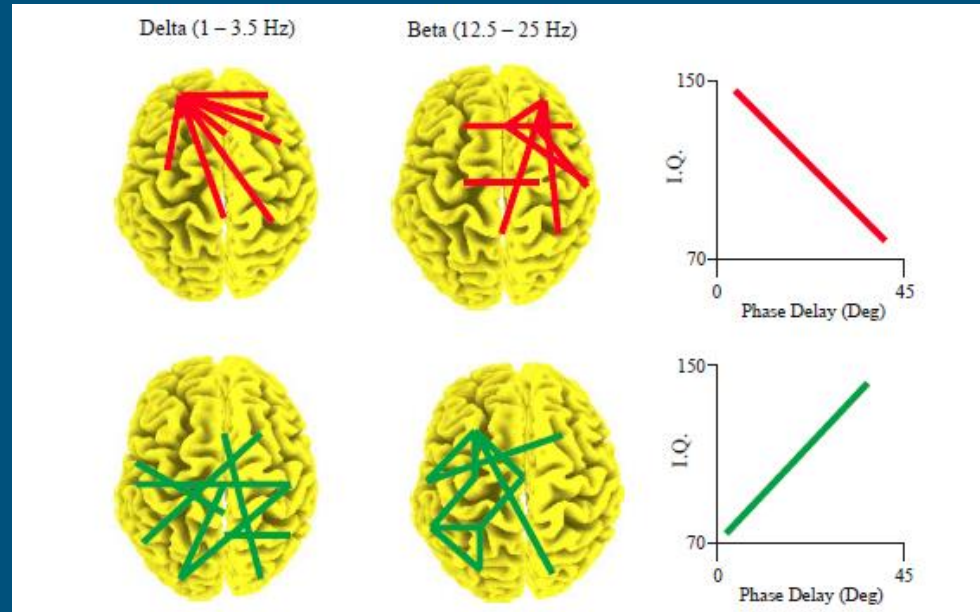
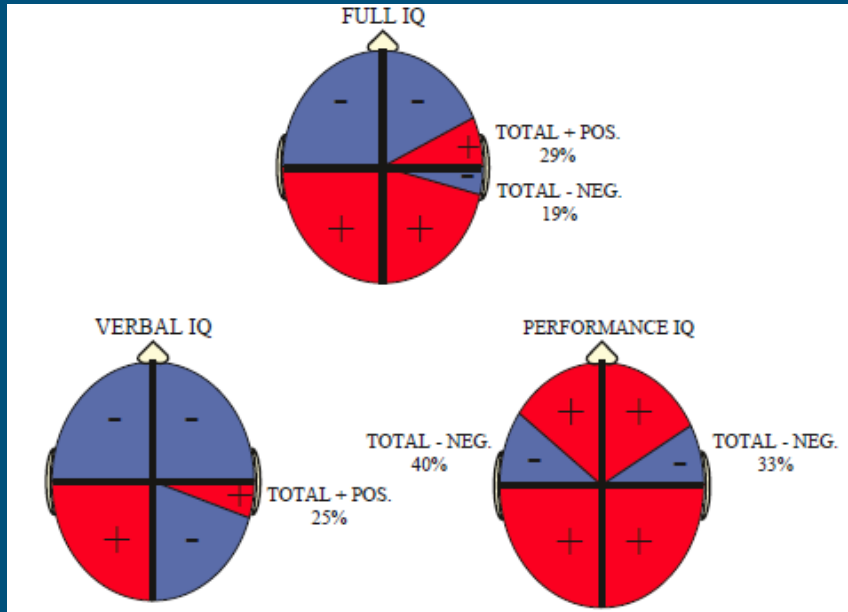
Predicted VERB IQ with VERB IQ Scores



Predicted PERF IQ with PERF IQ Scores



EEG and Intelligence: Relations between EEG Coherence, EEG Phase Delay and Power



Differences in EEG between Gifted and Average Students: Neural Complexity and Functional Cluster Analysis

داده برداری:

- Cluster Index: $CI(X_j^k) = \frac{I(X_j^k)}{MI(X_j^k; X - X_j^k)}$
- Mutual Information: $MI(X_j^k; X - X_j^k) = H(X_j^k) + H(X - X_j^k) - H(X)$
- Integration of X_j^k : $I(X_j^k) = \sum_{i=1}^k H(X_{j,i}) - H(X_j^k)$
- Neural Complexity: $CN(X) = \sum_{k=1}^N \left(\frac{K}{n} \right) I(X) - I(X_j^k)$
- Statistics: t-like $t_{CI} = \frac{CI(X_j^k) - \langle CI(X_H^k) \rangle}{std(CI(X_H^k))}$ & ANOVA

• ۳۶ (راست دست، ۲۱ مرد، ۱۳ سال)

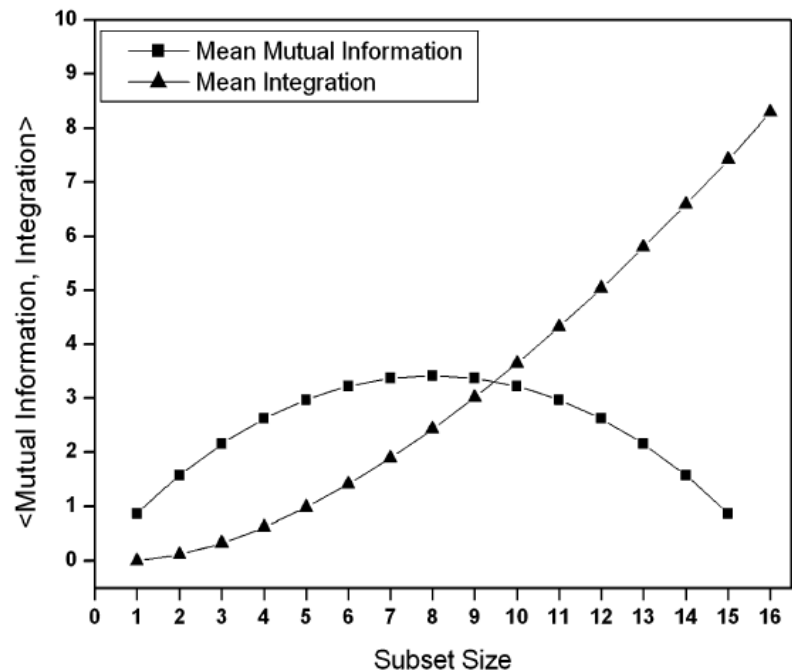
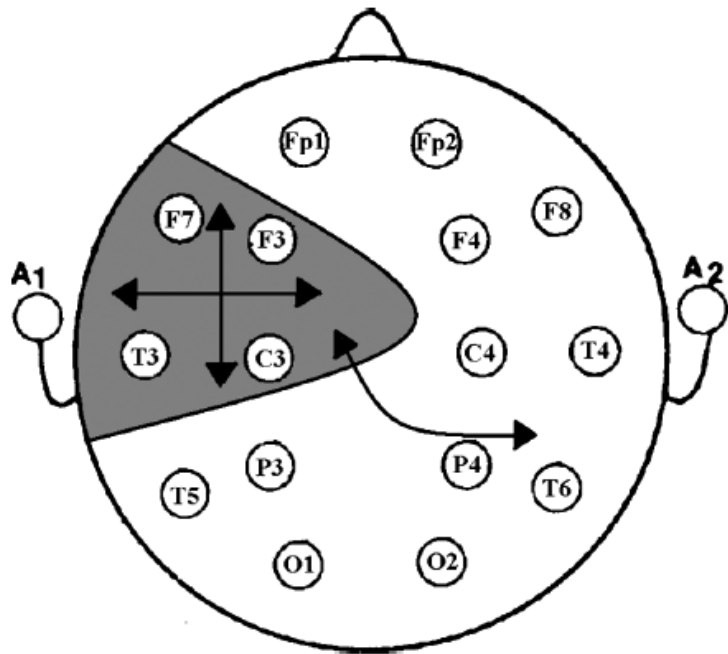
• حفظ، ROCF

• TTCT، دو دسته

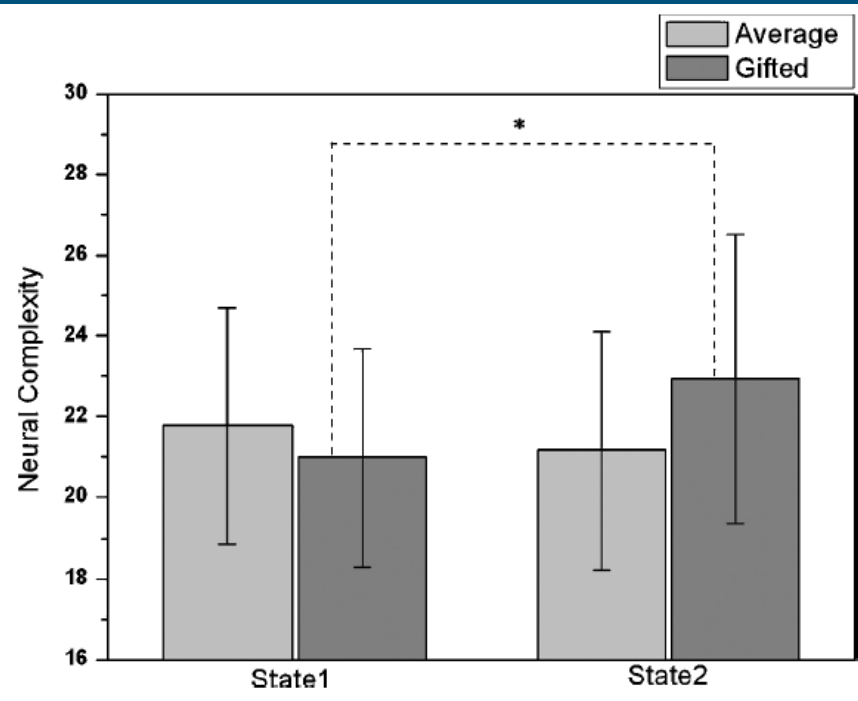
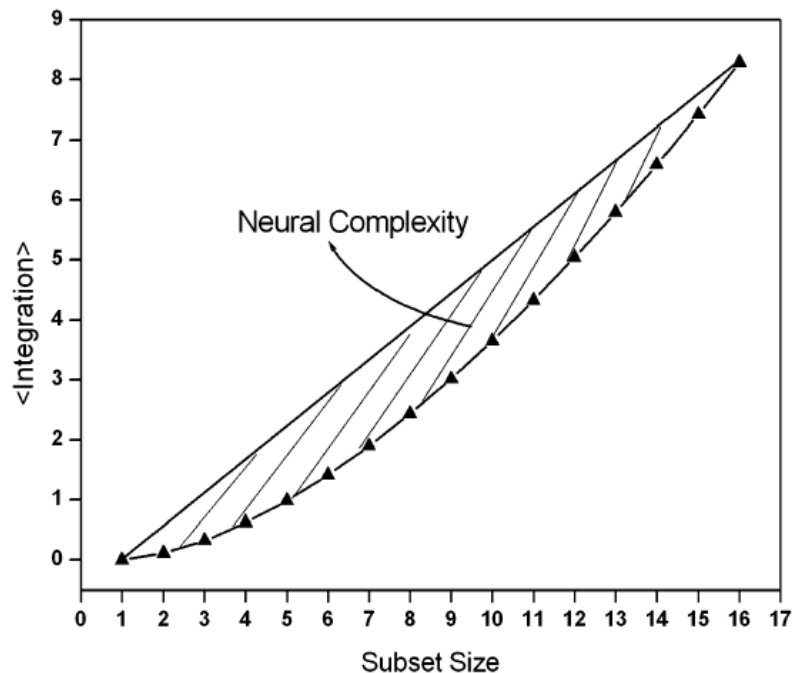
• استراحت + به حافظه سپاری

• ۱۶ کانال

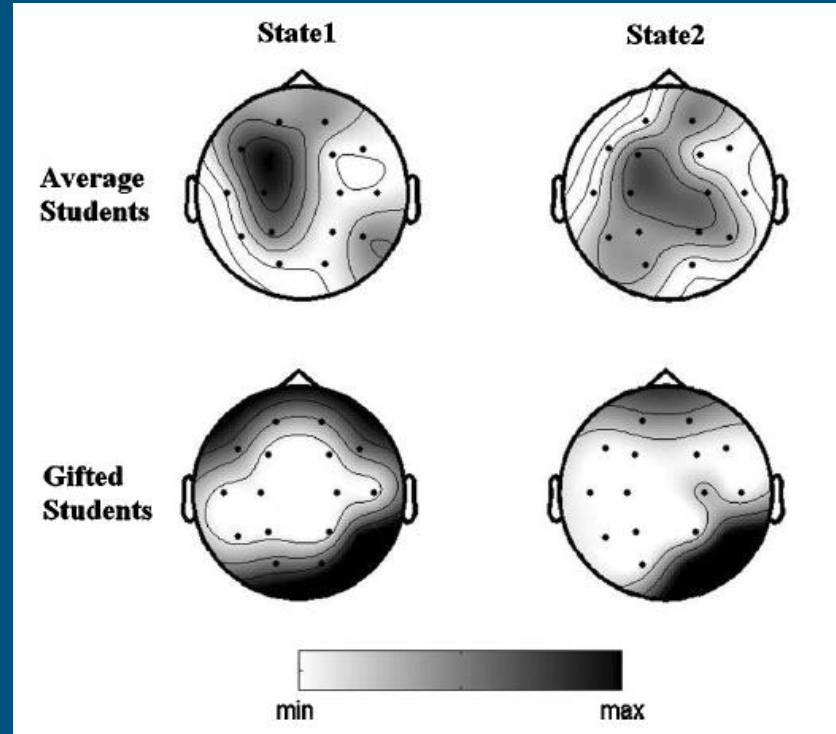
Differences in EEG between Gifted and Average Students: Neural Complexity and Functional Cluster Analysis



Differences in EEG between Gifted and Average Students: Neural Complexity and Functional Cluster Analysis



Differences in EEG between Gifted and Average Students: Neural Complexity and Functional Cluster Analysis



با تشکر از توجه شما